



09/747,933

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 3月28日

出願番号

Application Number:

特願2000-089274

出願人

Applicant(s):

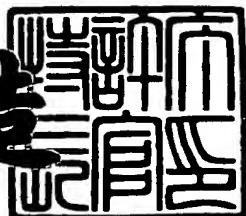
富士写真フィルム株式会社

RECEIVED
AUG 31 2001
TC 1700

2001年 4月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3029575

【書類名】 特許願
【整理番号】 P-34593
【提出日】 平成12年 3月28日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H05B 33/14
C01G 55/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真フィルム株式会社内

【氏名】 五十嵐 達也

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フィルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100090343

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高効率赤色発光素子、イリジウム錯体から成る発光素子材料
、及び、新規イリジウム錯体

【特許請求の範囲】

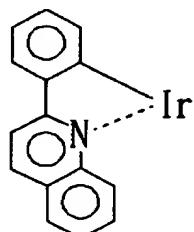
【請求項1】 外部量子効率5%以上、発光の $\lambda_{max} = 590\text{nm}$ 以上の
特性を有する有機発光素子。

【請求項2】

一般式(1)で表される部分構造を有する化合物から成る発光素子材料。

【化1】

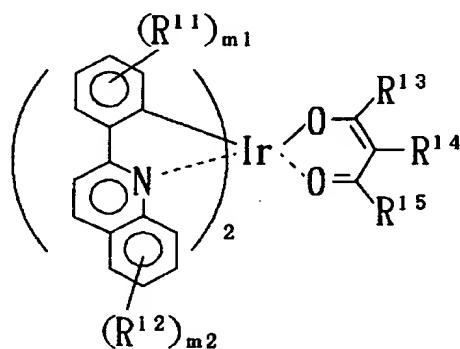
一般式(1)



【請求項3】 一般式(2)で表される化合物。

【化2】

一般式(2)



R^{11} 、 R^{12} は置換基を表し、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} は水素原子または置換基を表す。
 m^1 は0~4の整数を表し、 m^2 は0~6の整数を表す。

【請求項4】 一対の電極間に発光層もしくは発光層を含む複数の有機化合物薄層を形成した発光素子において、少なくとも一層に請求項2または請求項3

に記載の化合物を少なくとも一種含有する層であることを特徴とする発光素子。

【請求項5】 請求項2または請求項3に記載の化合物を含有する層が塗布プロセスで成膜されていることを特徴とする請求項4に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電気エネルギーを光に変換して発光できる発光素子用材料および発光素子に関し、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア等の分野に好適に使用できる発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

今日、種々の表示素子に関する研究開発が活発であり、中でも有機電界発光（EL）素子は、低電圧で高輝度の発光を得ることができるために、有望な表示素子として注目されている。例えば、有機化合物の蒸着により有機薄膜を形成する発光素子が知られている（アプライド フィジックス レターズ、51巻、913頁、1987年）。この文献に記載された発光素子はトリス（8-ヒドロキシキノリナト）アルミニウム錯体（Alq）を電子輸送材料として用い、正孔輸送材料（アミン化合物）と積層させることにより、従来の単層型素子に比べて発光特性を大幅に向上させている。

近年、有機EL素子をカラーディスプレイへと適用することが活発に検討されているが、高性能カラーディスプレイを開発する為には青・緑・赤、それぞれの発光素子の特性を向上する必要がある。

【0003】

発光素子特性向上の手段として、オルトメタル化イリジウム錯体 $(Ir(ppy)_3)$: Tris-Ortho-Metalated Complex of Iridium(III) with 2-Phenylpyridine) からの発光を利用した緑色発光素子が報告されている（Applied Physics Letters 75, 4 (1999)）。本素子は外部量子収率8%を達しており、従来素子の限界といわれていた外部量子収率5%を凌駕しているが、緑色発光に限定されている為、デ

イスプレイとしての適用範囲が狭く、高効率で他色に発光素子の開発が求められていた。

赤色発光素子に着目してみると、DCM(4-(Dicyanomethylene)-2-methyl-6-(4-dimethylaminostyryl)-4H-pyran)及びその類縁体を用いる発光素子などが多数報告されているが、外部量子効率5%を超える素子は未だ報告されていない。赤色発光で従来の限界とされている外部量子効率5%を凌駕すれば、高効率有機ELデバイスのカラー化が大きく前進できることになり、開発が囁きされているのである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、発光特性が良好な赤色発光素子およびそれを可能にする発光素子材料の提供にある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

この課題は下記手段によって達成された。

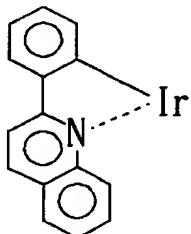
① 外部量子効率5%以上、発光の $\lambda_{max} = 590\text{ nm}$ 以上の特性を有する有機発光素子。

② 一般式(1)で表される部分構造を有する化合物から成る発光素子材料。

【0006】

【化3】

一般式(1)



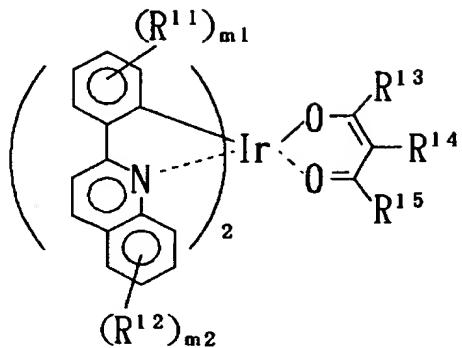
【0007】

③ 一般式(2)で表される化合物。

【0008】

【化4】

一般式(2)



【0009】

R^{11} 、 R^{12} は置換基を表し、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} は水素原子または置換基を表す。 m^1 は0～4の整数を表し、 m^2 は0～6の整数を表す。

④ 一対の電極間に発光層もしくは発光層を含む複数の有機化合物薄層を形成した発光素子において、少なくとも一層に②または③に記載の化合物を少なくとも一種含有する層であることを特徴とする発光素子。

⑤ ②または③に記載の化合物を含有する層が塗布プロセスで成膜されていることを特徴とする④に記載の発光素子。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳細に説明する。

本発明の発光素子は外部量子効率5%以上、発光の $\lambda_{max} = 590\text{ nm}$ 以上の特性を有する有機発光素子である。有機発光素子としては特に限定しないが、有機EL（エレクトロルミネッセンス）素子が好ましい。

本発明の発光素子の外部量子効率は好ましくは7%以上、より好ましくは9%以上、さらに好ましくは11%以上、特に好ましくは13%以上である。

本発明の発光素子は赤色色純度の観点から、発光の λ_{max} は好ましくは593 nm以上、より好ましくは596 nm以上であり、さらに好ましくは599 nm以上である。

【0011】

本発明の発光素子は遷移金属錯体（好ましくはオルトメタル化錯体）を含有した素子が好ましく、イリジウム錯体、白金錯体を含有した素子がより好ましく、オルトメタル化イリジウム錯体を含有した素子がさらに好ましく、後述の一般式（1）で表される部分構造を有する化合物を含有する素子が特に好ましい。

オルトメタル化錯体（orthometalated Ir Complexes）とは、例えば「有機金属化学－基礎と応用－」p150、232 裳華房社 山本明夫著 1982年発行、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」p71-p77、p135-p146 Springer-Verlag 社 H.Yersin著 1987年発行等に記載されている化合物群の総称である。

【0012】

本発明の発光素子は陰極と発光層の間にイオン化ポテンシャル5.9eV以上（より好ましくは6.0eV以上）の化合物を含有する層を用いるのが好ましく、イオン化ポテンシャル5.9eV以上の電子輸送層を用いるのがより好ましい。

本発明の発光素子は赤色色純度の観点から、発光のCIE色度値のx値は、好ましくは0.50以上、より好ましくは0.53以上、さらに好ましくは0.57以上、さらに好ましくは0.60以上である。

本発明の発光素子は赤色色純度の観点から、発光のCIE色度値のy値は、好ましくは0.50以下、より好ましくは0.45以下、さらに好ましくは0.40以下、特に好ましくは0.39以下である。

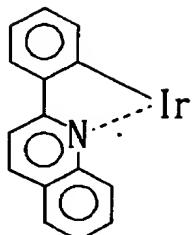
本発明の発光素子は赤色色純度の観点から、発光スペクトルの半値幅は100nm以下が好ましく、90nm以下がより好ましく、80nm以下がさらに好ましく、70nm以下が特に好ましい。

一般式（1）で表される部分構造を有する化合物に関して説明する。

【0013】

【化5】

一般式(1)



【0014】

一般式(1)で表される部分構造を有する化合物のイリジウムの価数は特に限定しないが、3価が好ましい。化合物中にイリジウム原子を一つ有しても良いし、また、2つ以上有するいわゆる複核錯体であっても良いが、イリジウム原子を一つ有する化合物が好ましい。他の金属原子を同時に含有していても良いが、イリジウム錯体のみを有する化合物が好ましい。

一般式(1)で表される部分構造を有する化合物は種々の配位子を有することが出来る。配位子としては種々の公知の配位子が有るが、例えば、「Photochemistry and Photophysics of Coordination Compounds」 Springer-Verlag社 H. Yersin著 1987年発行、「有機金属化学－基礎と応用－」裳華房社 山本明夫著 1982年発行等に記載の配位子が挙げられ、好ましくは、ハロゲン配位子（好ましくは塩素配位子）、含窒素ヘテロ環配位子（例えばフェニルピリジン、ベンゾキノリン、キノリノール、ビピリジル、フェナントロリンなど）、ジケトン配位子、カルボン酸配位子、 PF_6^- 配位子であり、より好ましくはジケトン配位子である。

【0015】

本発明の化合物の配位子の種類は1種類でも良いし、複数の種類があっても良い。錯体中の配位子の数は好ましくは1、2種類であり、特に好ましくは2種類である。

本発明の化合物は中性錯体でも良いし、対イオン（例えば塩素イオン、 PF_6^- イオン、 ClO_4^- イオン）を有するイオン性錯体でも良い。中性錯体が好ましい。

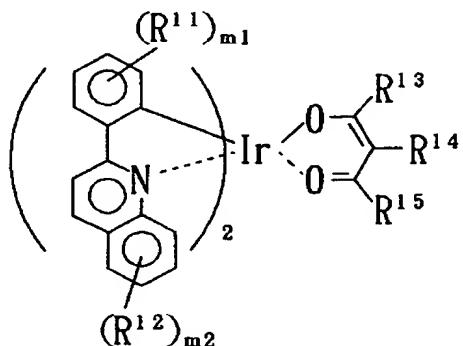
本発明の化合物の炭素数は、好ましくは15～100、より好ましくは20～70、さらに好ましくは30～60である。

本発明の化合物の好ましい形態は、一般式(2)で表される化合物である。

【0016】

【化6】

一般式(2)



【0017】

R^{11} 、 R^{12} は置換基を表す。 R^{11} 同士、 R^{12} 同士、 R^{11} 、 R^{12} が結合して環構造を形成しても良い。置換基としては、例えば、例えば、アルキル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメチル、エチル、iso-ブロピル、tert-ブチル、n-オクチル、n-デシル、n-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。）、アルケニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。）、アルキニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。）、アリール基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチル、アントラニルなどが挙げられる。）、アミノ基（好ましくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～10であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミ

ノ、ジベンジルアミノ、ジフェニルアミノ、ジドリルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～10であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシ、2-エチルヘキシロキシなどが挙げられる。）、アリールオキシ基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルオキシ、1-ナフチルオキシ、2-ナフチルオキシなどが挙げられる。）、ヘテロアリールオキシ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジルオキシ、ピラジルオキシ、ピリミジルオキシ、キノリルオキシなどが挙げられる。）、アシル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニル基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。）、アリールオキシカルボニル基（好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。）、アシルオキシ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。）、アシルアミノ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。）、アルコキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数2～30、より好ましくは炭素数2～20、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、アリールオキシカルボニルアミノ基（好ましくは炭素数7～30、より好ましくは炭素数7～20、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。）、スルホニルアミノ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。）、スルファモイル基（好ま

しくは炭素数0～30、より好ましくは炭素数0～20、特に好ましくは炭素数0～12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。）、カルバモイル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。）、アルキルチオ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。）、アリールチオ基（好ましくは炭素数6～30、より好ましくは炭素数6～20、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。）、ヘテロアリールチオ基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばピリジルチオ、2-ベンズイミゾリルチオ、2-ベンズオキサゾリルチオ、2-ベンズチアゾリルチオなどが挙げられる。）、スルホニル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。）、スルフィニル基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。）、ウレイド基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。）、リン酸アミド基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～20、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。）、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子（例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子）、シアノ基、スルホ基、カルボキシル基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基（好ましくは炭素数1～30、より好ましくは炭素数1～12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、チエニル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベ

ンズチアゾリル、カルバゾリルなどが挙げられる。）、シリル基（好ましくは炭素数3～40、より好ましくは炭素数3～30、特に好ましくは炭素数3～24であり、例えばトリメチルシリル、トリフェニルシリルなどが挙げられる。）などが挙げられる。これらの置換基は更に置換されてもよく、また、置換基同士が結合して環構造を形成しても良い。

【0018】

R^{11} 、 R^{12} は好ましくはアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基、アルコキシ基、ハロゲン原子、シアノ基、結合して（ R^{11} 同士、 R^{12} 同士、 R^{11} 、 R^{12} 間で）環構造を形成したものであり、より好ましくは、アルキル基、アリール基、結合して芳香環を形成する基、さらに好ましくはアルキル基、結合して芳香環を形成する基である。

R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} は水素原子または置換基を表す。 R^{13} 、 R^{15} で表される置換基としてはアルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、ヘテロ環基、アルコキシ基が挙げられる。 R^{13} 、 R^{15} はアルキル基、アリール基、ヘテロアリール基が好ましく、アルキル基がより好ましい。

【0019】

R^{14} で表される置換基としては、例えば、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基、アリール基、ヘテロアリール基、ヘテロ環基、シアノ基が挙げられる。 R^{14} は水素原子、アルキル基が好ましく、水素原子がより好ましい。

m^1 は0～4の整数を表し、 m^2 は0～6の整数を表す。 m^1 、 m^2 が複数の時、複数の R^{11} 、 R^{12} はそれぞれ同一であっても異なっても良い。 m^1 は0～2が好ましい。 m^2 は0～4が好ましく、0～2がより好ましい。

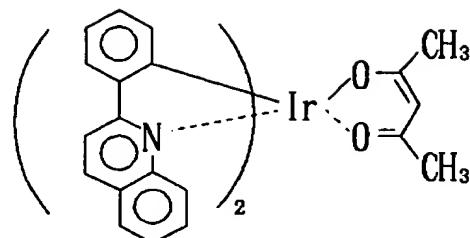
本発明の化合物は一般式（1）の繰り返し単位をひとつ有する、いわゆる低分子化合物であっても良く、また、一般式（1）の繰り返し単位を複数個有するいわゆる、オリゴマー化合物、ポリマー化合物（質量平均分子量（ポリスチレン換算）は好ましくは1000～5000000、より好ましくは2000～1000000、さらに好ましくは3000～100000である。）であっても良い。本発明の化合物は低分子化合物が好ましい。

次に本発明の化合物例を示すが、本発明はこれに限定されない。

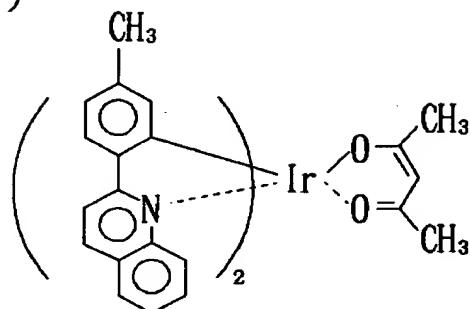
【0020】

【化7】

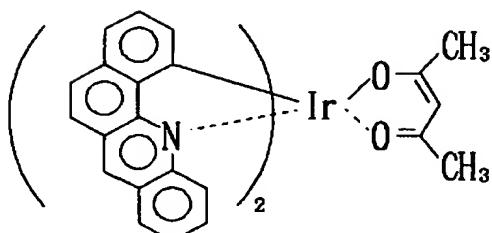
(1-1)



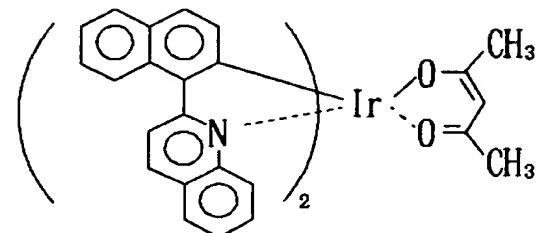
(1-2)



(1-3)



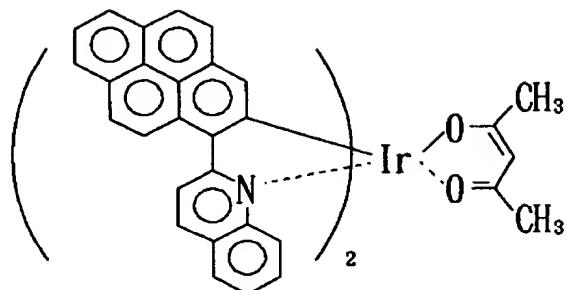
(1-4)



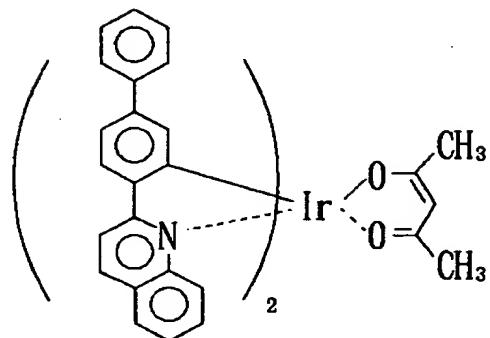
【0021】

【化8】

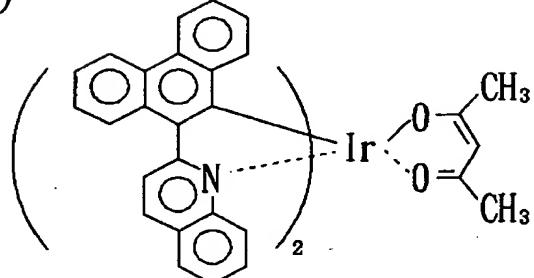
(1-5)



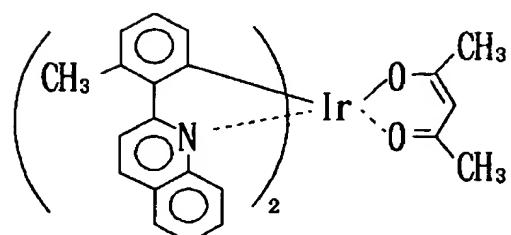
(1-6)



(1-7)



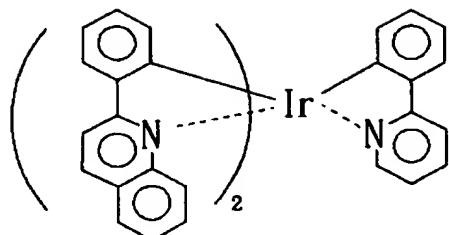
(1-8)



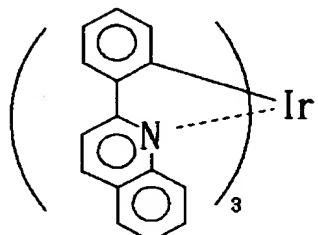
【0022】

【化9】

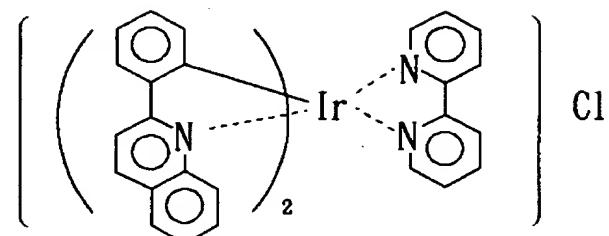
(1-9)



(1-10)



(1-11)



【0023】

本発明の化合物は種々の手法で合成することができる。例えば、種々の配位子、またはその解離体とイリジウム化合物を溶媒（例えば、ハロゲン系溶媒、アルコール系溶媒、エーテル系溶媒、水などが挙げられる）の存在下、もしくは、溶媒非存在下、塩基の存在下（無機、有機の種々の塩基、例えば、ナトリウムメトキサイド、t-ブトキシカリウム、トリエチルアミン、炭酸カリウムなどが挙げられる）、もしくは、塩基非存在下、室温以下、もしくは加熱し（通常の加熱以

外にもマイクロウェーブで加熱する手法も有効である) 得ることができる。出発原料としては、例えば、イリジウムクロライド (III)、トリスアセチルアセトナトイリジウム (III)、ポタシウムヘキサクロロイリデート (III)、ポタシウムヘキサクロロイリデート (IV) 及びその類縁体を用いることが出来る。

【0024】

次に、本発明の化合物を含有する発光素子に関して説明する。本発明の発光素子は、本発明の化合物を利用する素子であればシステム、駆動方法、利用形態など特に問わないが、本発明の化合物からの発光を利用するもの、または本化合物を電荷輸送材料として利用する物が好ましい。代表的な発光素子として有機EL (エレクトロルミネッセンス) 素子を挙げることができる。

本発明の化合物を含有する発光素子の有機層の形成方法は、特に限定されるものではないが、抵抗加熱蒸着、電子ビーム、スパッタリング、分子積層法、コーティング法、インクジェット法、印刷法などの方法が用いられ、特性面、製造面で抵抗加熱蒸着、コーティング法が好ましい。

【0025】

本発明の発光素子は陽極、陰極の一対の電極間に発光層もしくは発光層を含む複数の有機化合物薄膜を形成した素子であり、発光層のほか正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層、保護層などを有してもよく、またこれらの各層はそれぞれ他の機能を備えたものであってもよい。各層の形成にはそれぞれ種々の材料を用いることができる。

陽極は正孔注入層、正孔輸送層、発光層などに正孔を供給するものであり、金属、合金、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物などを用いることができ、好ましくは仕事関数が4 eV以上の材料である。具体例としては酸化スズ、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化インジウムスズ (ITO) 等の導電性金属酸化物、あるいは金、銀、クロム、ニッケル等の金属、さらにこれらの金属と導電性金属酸化物との混合物または積層物、ヨウ化銅、硫化銅などの無機導電性物質、ポリアニリン、ポリチオフェン、ポリピロールなどの有機導電性材料、およびこれらとITOとの積層物などが挙げられ、好ましくは、導電性金属酸化物であり、特に、生産性、高導電性、透明性等の点からITOが好ましい。陽極

の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常 $1.0\text{ nm} \sim 5\text{ }\mu\text{m}$ の範囲のものが好ましく、より好ましくは $50\text{ nm} \sim 1\text{ }\mu\text{m}$ であり、更に好ましくは $100\text{ nm} \sim 500\text{ nm}$ である。

【0026】

陽極は通常、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、透明樹脂基板などの上に層形成したものが用いられる。ガラスを用いる場合、その材質については、ガラスからの溶出イオンを少なくするため、無アルカリガラスを用いることが好ましい。また、ソーダライムガラスを用いる場合、シリカなどのバリアコートを施したものを使用することが好ましい。基板の厚みは、機械的強度を保つのに十分であれば特に制限はないが、ガラスを用いる場合には、通常 0.2 mm 以上、好ましくは 0.7 mm 以上のものを用いる。

陽極の作製には材料によって種々の方法が用いられるが、例えばITOの場合、電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、化学反応法（ゾルゲル法など）、酸化インジウムスズの分散物の塗布などの方法で膜形成される。

陽極は洗浄その他の処理により、素子の駆動電圧を下げたり、発光効率を高めることも可能である。例えばITOの場合、UV-オゾン処理、プラズマ処理などが効果的である。

【0027】

陰極は電子注入層、電子輸送層、発光層などに電子を供給するものであり、電子注入層、電子輸送層、発光層などの負極と隣接する層との密着性やイオン化ポテンシャル、安定性等を考慮して選ばれる。陰極の材料としては金属、合金、金属ハロゲン化物、金属酸化物、電気伝導性化合物、またはこれらの混合物を用いることができ、具体例としてはアルカリ金属（例えばLi、Na、K等）及びそのフッ化物、アルカリ土類金属（例えばMg、Ca等）及びそのフッ化物、金、銀、鉛、アルミニウム、ナトリウム-カリウム合金またはそれらの混合金属、リチウム-アルミニウム合金またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金またはそれらの混合金属、インジウム、イッテリビウム等の希土類金属等が挙げられ、好ましくは仕事関数が 4 eV 以下の材料であり、より好ましくはアルミニウム、リチウム-アルミニウム合金またはそれらの混合金属、マグネシウム-銀合金

またはそれらの混合金属等である。陰極は、上記化合物及び混合物の単層構造だけでなく、上記化合物及び混合物を含む積層構造を取ることもできる。例えば、アルミニウム/フッ化リチウム、アルミニウム/酸化リチウムの積層構造が好ましい。陰極の膜厚は材料により適宜選択可能であるが、通常10nm~5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは50nm~1μmであり、更に好ましくは100nm~1μmである。

陰極の作製には電子ビーム法、スパッタリング法、抵抗加熱蒸着法、コーティング法などの方法が用いられ、金属を単体で蒸着することも、二成分以上を同時に蒸着することもできる。さらに、複数の金属を同時に蒸着して合金電極を形成することも可能であり、またあらかじめ調整した合金を蒸着させてもよい。

陽極及び陰極のシート抵抗は低い方が好ましく、数百Ω/□以下が好ましい。

【0028】

発光層の材料は、電界印加時に陽極または正孔注入層、正孔輸送層から正孔を注入することができると共に陰極または電子注入層、電子輸送層から電子を注入することができる機能や、注入された電荷を移動させる機能、正孔と電子の再結合の場を提供して発光させる機能を有する層を形成することができるものであれば何でもよい。例えばベンゾオキサゾール誘導体、ベンゾイミダゾール誘導体、ベンゾチアゾール誘導体、スチリルベンゼン誘導体、ポリフェニル誘導体、ジフェニルブタジエン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ナフタルイミド誘導体、クマリン誘導体、ペリレン誘導体、ペリノン誘導体、オキサジアゾール誘導体、アルダジン誘導体、ピラリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、ビススチリルアントラセン誘導体、キナクリドン誘導体、ピロロピリジン誘導体、チアジアゾロピリジン誘導体、シクロペンタジエン誘導体、スチリルアミン誘導体、芳香族ジメチリディン化合物、8-キノリノール誘導体の金属錯体や希土類錯体に代表される各種金属錯体等、ポリチオフェン、ポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン等のポリマー化合物、有機シラン誘導体、本発明の化合物等が挙げられる。発光層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1nm~5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm~1μmであり、更に好ましくは10nm~500nmである。

発光層の形成方法は、特に限定されるものではないが、抵抗加熱蒸着、電子ビーム、スパッタリング、分子積層法、コーティング法（スピンドルコート法、キャスト法、ディップコート法など）、インクジェット法、印刷法、LB法などの方法が用いられ、好ましくは抵抗加熱蒸着、コーティング法である。

【0029】

正孔注入層、正孔輸送層の材料は、陽極から正孔を注入する機能、正孔を輸送する機能、陰極から注入された電子を障壁する機能のいずれか有しているものであればよい。その具体例としては、カルバゾール誘導体、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体、ピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、芳香族第三級アミン化合物、スチリルアミン化合物、芳香族ジメチリデイン系化合物、ポルフィリン系化合物、ポリシラン系化合物、ポリ（N-ビニルカルバゾール）誘導体、アニリン系共重合体、チオフェンオリゴマー、ポリチオフェン等の導電性高分子オリゴマー、有機シラン誘導体、本発明の化合物等が挙げられる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1nm～5μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5nm～1μmであり、更に好ましくは10nm～500nmである。正孔注入層、正孔輸送層は上述した材料の1種または2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

正孔注入層、正孔輸送層の形成方法としては、真空蒸着法やLB法、前記正孔注入輸送剤を溶媒に溶解または分散させてコーティングする方法（スピンドルコート法、キャスト法、ディップコート法など）、インクジェット法、印刷法が用いられる。コーティング法の場合、樹脂成分と共に溶解または分散することができ、樹脂成分としては例えば、ポリ塩化ビニル、ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリブチルメタクリレート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキシド、ポリブタジエン、ポリ（N-ビニルカルバゾール）、炭化水素樹脂、ケトン樹脂、フェノキシ樹脂、ポリアミド、エチルセル

ロース、酢酸ビニル、A B S樹脂、ポリウレタン、メラミン樹脂、不飽和ポリエスチル樹脂、アルキド樹脂、エポキシ樹脂、シリコン樹脂などが挙げられる。

【0030】

電子注入層、電子輸送層の材料は、陰極から電子を注入する機能、電子を輸送する機能、陽極から注入された正孔を障壁する機能のいずれか有しているものであればよい。その具体例としては、トリアゾール誘導体、オキサゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、フルオレノン誘導体、アントラキノジメタン誘導体、アントロン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、カルボジイミド誘導体、フルオレニリデンメタン誘導体、ジスチリルピラジン誘導体、ナフタレン、ペリレン等の縮合環テトラカルボン酸無水物、フタロシアニン誘導体、8-キノリノール誘導体の金属錯体やメタルフタロシアニン、ベンゾオキサゾールやベンゾチアゾールを配位子とする金属錯体に代表される各種金属錯体、有機シラン誘導体、本発明の化合物等が挙げられる。電子注入層、電子輸送層の膜厚は特に限定されるものではないが、通常1 nm～5 μmの範囲のものが好ましく、より好ましくは5 nm～1 μmであり、更に好ましくは10 nm～50 nmである。電子注入層、電子輸送層は上述した材料の1種または2種以上からなる単層構造であってもよいし、同一組成または異種組成の複数層からなる多層構造であってもよい。

電子注入層、電子輸送層の形成方法としては、真空蒸着法やL B法、前記電子注入輸送剤を溶媒に溶解または分散させてコーティングする方法（スピントロト法、キャスト法、ディップコート法など）、インクジェット法、印刷法などが用いられる。コーティング法の場合、樹脂成分と共に溶解または分散することができ、樹脂成分としては例えば、正孔注入輸送層の場合に例示したものが適用できる。

【0031】

保護層の材料としては水分や酸素等の素子劣化を促進するものが素子内に入ることを抑止する機能を有しているものであればよい。その具体例としては、In、Sn、Pb、Au、Cu、Ag、Al、Ti、Ni等の金属、MgO、SiO、SiO₂、Al₂O₃、GeO、NiO、CaO、BaO、Fe₂O₃、Y₂O₃、

TiO_2 等の金属酸化物、 MgF_2 、 LiF 、 AlF_3 、 CaF_2 等の金属フッ化物、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリメチルメタクリレート、ポリイミド、ポリウレア、ポリテトラフルオロエチレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリジクロロジフルオロエチレン、クロロトリフルオロエチレンとジクロロジフルオロエチレンとの共重合体、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のコモノマーとを含むモノマー混合物を共重合させて得られる共重合体、共重合主鎖に環状構造を有する含フッ素共重合体、吸水率1%以上の吸水性物質、吸水率0.1%以下の防湿性物質等が挙げられる。

保護層の形成方法についても特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、MBE（分子線エピタキシ）法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法（高周波励起イオンプレーティング法）、プラズマCVD法、レーザーCVD法、熱CVD法、ガスソースCVD法、コーティング法、印刷法を適用できる。

【0032】

【実施例】

以下に本発明の具体的実施例を述べるが、本発明の実施の態様はこれらに限定されない。

(合成例)

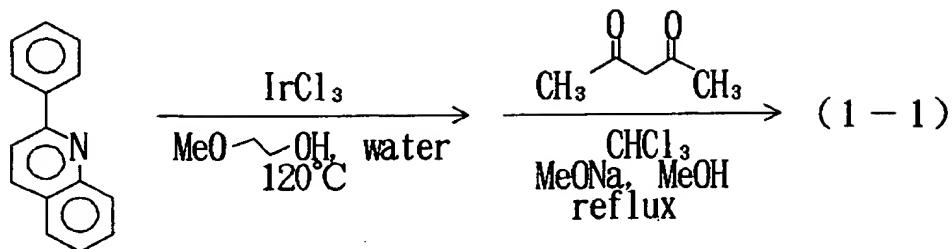
(1-1) の合成

2-フェニルキノリン1g、イリジウムクロライド(III) 0.71g、2-メトキシエタノール40ml、水10mlを混合し、窒素気流下、120℃で6時間攪拌した。室温に冷却した後、一規定塩酸水50mlを加え、析出している固体を濾別した。シリカゲルカラムクロマトグラフィー（クロロホルム）で精製し、赤褐色固体を得た。得られた赤褐色固体0.1g、アセチルアセトン0.08g、ナトリウムメトキサイドメタノール溶液(28wt%) 0.15ml、クロロホルム30mlを混合し、3時間加熱還流した。室温に冷却した後、反応溶液をシリカゲルカラムクロマトグラフィー（クロロホルム）で精製し、赤色固体(1-1) 0.08gを得た。

【0033】

【化10】

(1-1) の合成



【0034】

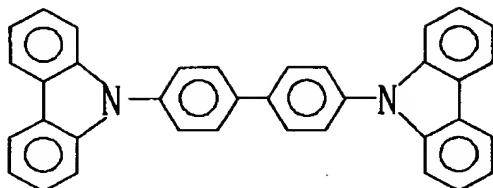
比較例1

洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、 α -NPD (N, N' -ジフェニル- N, N' -ジ (α -ナフチル)-ベンジジン) を40nm蒸着し、この上に化合物A、化合物Bを(10:1)の比率で24nm共蒸着し、この上に、化合物Cを24nm蒸着した。有機薄膜上にバーニングしたマスク(発光面積が4mm \times 5mmとなるマスク)を設置し、蒸着装置内でマグネシウム:銀=10:1を50nm共蒸着した後、銀50nmを蒸着してEL素子を作製した。東陽テクニカ製ソースメジャーユニット2400型を用いて、直流定電圧をEL素子に印加し発光させ、その輝度をトプコン社の輝度計BM-8、発光波長を浜松フォトニクス社製スペクトルアナライザ-PMA-11を用いて測定した。その結果、 $\text{EL}_{\text{max}} = 516\text{nm}$ 、CIE色度値(x, y)=(0.29, 0.62)の緑色発光が得られ、外部量子効率は13.6% ($478\text{cd}/\text{m}^2$ 時)であった。

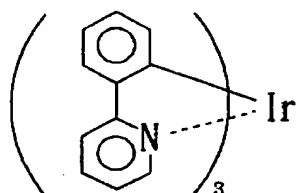
【0035】

【化11】

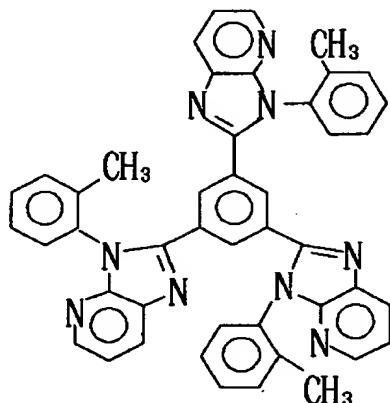
化合物A



化合物B



化合物C



【0036】

比較例2

洗浄したITO基板を蒸着装置に入れ、 α -NPD (N, N' -ジフェニル- N, N' -ジ(α -ナフチル) -ベンジジン) を40nm蒸着し、この上にA1q (トリスキノリナトアルミニウム)、DCM(4-(Dicyanomethylene)-2-methyl-6-(4-dimethylaminostyryl)-4H-pyran) を(100:1)の比率で60nm共蒸着し、比較例1と同様に陰極蒸着しEL素子を作製した。その結果、 $EL_{max} = 597$ nm、CIE色度値(x, y) = (0.54, 0.44)の赤燈色発光が得られ、外部量子効率は0.89% (248cd/m²時) であった。発光スペクトルの半値幅は92nmであった。

【0037】

実施例1

比較例1の化合物Bの替わりに本発明の化合物(1-1)を用い、比較例1と

同様に素子を作製した。ELmax = 599 nm CIE色度値(x, y) = (0.60, 0.39) の赤色の発光が得られ、外部量子効率は 13.4% (252 cd/m²時) であった。発光スペクトルの半値幅は 69 nm であった。このように本発明の化合物を用いることで外部量子効率が高く、しかも色純度の高い赤色発色が得られる。

【0038】

同様に、本発明の他の化合物を含有するEL素子を作製・評価することにより、高効率赤色発光EL素子が作製できる。また、本発明の化合物が非共役系高分子（例えば、ポリビニルカルバゾール）、または共役系高分子（例えばポリフルオレン系化合物）中に分散されて含有する塗布型の高効率赤色発光素子も作製できる。

【0039】

【発明の効果】

本発明の高効率赤色発光素子は従来の赤色発光素子に比べて高い効率を有しており、表示素子、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア等の分野に好適である。従来の外部量子収率 5% に満たない赤色発光有機EL素子に比べて消費電力を大幅に下げることが出来、大面積化、長時間使用が可能など有機ELカラーディスプレイの適用範囲を大きく広げることが出来る。

また、本発明の化合物は、医療用途、蛍光増白剤、写真用材料、UV吸収材料、レーザー色素、カラーフィルター用染料、色変換フィルター等にも適用可能である。

【書類名】要約書

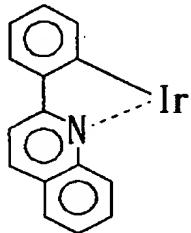
【要約】

【課題】 発光特性が良好な赤色発光素子およびそれを可能にする発光素子材料を提供する。

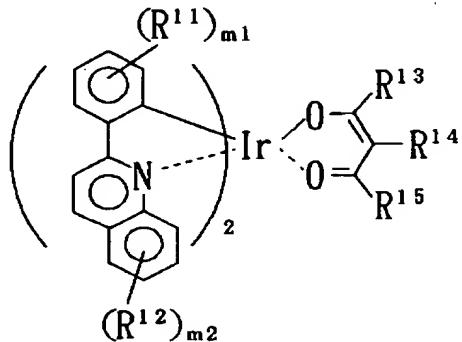
【解決手段】 外部量子効率5%以上、発光の $\lambda_{\text{max}} = 590\text{nm}$ 以上の特性を発揮する、一般式(1)で表される部分構造を有する化合物から成る発光素子材料を用いる。

【化1】

一般式(1)



一般式(2)



好みしくは一般式(2)で表される化合物を用いる。

【選択図】 選択図なし

出願人履歴情報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地

氏 名 富士写真フィルム株式会社